HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Assessment of the effects of anthropogenic activities on forest resources using remote sensing and GIS : A case study of the Atewa Range Forest Reserve in Ghana
Author(s)	ADAMS, Lukman Boakye
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(環境科学)
Dissertation Number	甲第16567号
Issue Date	2025-09-25
DOI	https://doi.org/10.14943/doctoral.k16567
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/98177
Type	doctoral thesis
File Information	ADAMS_Lukman_Boakye_review.pdf, 審査の要旨 https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

学 位 論 文 審 査 の 要 旨

博士（環境科学）　　氏　名　ADAMS Lukman Boakye

審査委員　主査　准教授　早川　裕一
副査　特任教授　露崎　史朗
副査　教授　佐藤　友徳
副査　准教授　白岩　孝行

学 位 論 文 題 名

Assessment of the effects of anthropogenic activities on forest resources using remote sensing and GIS: A case study of the Atewa Range Forest Reserve in Ghana
（リモートセンシングとGISを用いた森林資源に対する人為的活動の影響の評価：ガーナ・アテワ森林保護区を例に）

アテワ山脈森林保護区（ARFR）は、ガーナ南東部に位置し、重要な生物多様性ホットスポットとして、またガーナの生態系と水文学的システムに欠かせない部分として認識されている。しかし、この森林は、農業、小規模な伐採、そして砂金採掘といった人間活動による脅威にさらされており、その生物多様性や生態系サービスに重大な影響を与えている。本研究では、リモートセンシングとGIS（地理情報科学）技術を活用し、これらの人間活動が森林の構造、機能、及び炭素貯蔵能力に与える影響を時間的かつ空間的に評価することを目的とした。

アテワ地域における採掘活動と土地利用の変化を評価するため、高解像度のPlanetScope衛星画像（2018年～2023年）を使用した。ここでは、特徴的な高いスペクトル変動を持つ高解像度衛星画像における誤分類を減少させるために、地理的物体ベースの画像解析（GEOBIA）を適用した。その後、土地利用・土地被覆の変化を特定するため、後処理として変化検出分析を行い、特に砂金採掘地に転換した領域を識別した。また、採掘後の植生回復状況も評価し、採掘地が植生喪失から回復するまでの時間を確認した。さらに、バッファ分析を適用し、採掘地が河川や森林の境界からどの程度近いかを調べた。これにより、採掘活動が河川やアテワ森林保護区の周辺に与える影響を評価した。結果として、2018年から2023年にかけて、採掘活動は年率12.3％で増加し、特に森林保護区内での採掘活動は-21.4％の減少を示し、地域全体における採掘活動のパターンが不規則であることがわかった。注目すべきは、採掘活動の49.7％が年間を通じて河川から100メートル以内で行われており、水生生態系に対する深刻なリスクがあることが示された。また、0.7％の採掘活動は森林保護区の100メートル圏内で行われており、森林保護区への侵食のリスクが浮き彫りになった。

次に、森林の恒久的な喪失に先立つことが多い小規模な森林被覆の喪失の動態を調査することを目的とした。ここでは、Sentinel-2衛星画像を使用し、線形スペクトル混合分析（LSMA）およびGIS技術を用いて、キャノピーギャップの空間的変化を特定した。100 m四方のグリッド内で、キャノピーの損失がどのように変化したかを追跡し、標高や地形の影響とどのように関連しているかを評価した。その結果、森林の破壊が進行しており、キャノピーギャップの面

積が年々増加していることが示された。ただし、2024年にはキャノピーギャップの面積が減少しており、これは森林再生の兆しを示している可能性がある。ギャップは主に森林の縁や河川沿いに集中しており、選択的伐採や小規模な資源採取といった人為的な要因が強く影響していることがわかった。

また、アテワ森林保護区における地上生物量（AGB）および炭素蓄積量（CAc）の推定を行った。これは気候変動緩和の重要な要素であり、ガーナには包括的な国立森林目録（NFI）がないため、リモートセンシングデータと現地で測定したAGBを組み合わせて、正確な生物量推定を行った。10種類の植生指数と生物物理的変数を用い、線形および非線形モデルでAGBを予測した結果、正規化差植生指数（NDVI）が最も効果的な予測因子として浮かび上がった。最終的なAGBおよびCAcのマップでは、それぞれ115.12 Mg/haおよび88.79 Mg/haという平均値が得られた。また、測定値と予測値の比較により、RMSEは45.70 Mg/ha、R^2値は0.52となり、NDVIが森林の生物量推定において信頼できる指標であることが確認された。

本研究を通じて、リモートセンシングデータ、高解像度の衛星画像解析、スペクトル混合技術、地形変数を統合的に活用することで、熱帯森林保護区における環境変化の監視が可能であることが示された。特に、アテワ森林保護区への人間活動、特に採掘活動や小規模な森林破壊がますます圧力を強めていることが明らかとなり、森林の炭素貯蔵機能の重要性が再確認された。この結果は、森林保護区とその周辺の生態系を守るための強化された監視体制の必要性や、バッファゾーン規制の厳格な施行、戦略的な再植林活動の実施を提案している。これらの知見は、アテワ森林保護区における持続可能な資源管理のための重要な証拠を提供し、今後の森林保護や生物多様性保全の方針に大きな影響を与えると期待される。

審査委員一同は、これらの成果を高く評価し、また研究者として誠実かつ熱心であり、大学院博士課程における研鑽や修得単位などもあわせ、申請者が博士（環境科学）の学位を受けるのに充分な資格を有するものと判定した。